Beiträge zur Kenntniss der Refractions- und Accommodationsanomalien.

Von

F. C. Donders.

I.

Begriff und Eintheilung der Refractionsanomalien.

Um einen Gegenstand deutlich und scharf ausgeprägt zu sehen, muss folgenden zwei Bedingungen genügt werden. Erstens muss ein reines umgekehrtes Bild des Gegenstandes auf der vorderen Fläche*) der Stäbchenschicht der Netzhaut gebildet werden. Zweitens muss die hier erregte örtliche Veränderung auf die Fasern des Sehnerven übertragen, dem Gehirne mitgetheilt und wiederum in umgekehrter Richtung nach aussen projicirt werden.

Durch diese zweifache Umkehrung entspricht das projicirte Bild dem Gegenstande, so dass wir behaup-

*) Die Accommodationslinie von Czermack, deren Grund unten angegeben werden wird, hat man unrichtigerweise mit der Stäbchenlänge in Verband gebracht, indem man dabei voraussetzte, dass die Accommodation ganz fehlerfrei sei, wenn nur der Vereinigungspunkt der Strahlen in die Stäbchenschicht, an der vorderen oder der hinteren Fläche, falle. Man hat aber dabei vergessen, dass die Strahlen, welche einmal in ein Stäbchen eingetreten sind, dasselbe wegen der totalen Reflexion an den Wänden nicht wieder verlassen können, und dass es mithin ganz bestimmt beachtet werden muss, welche Strahlen in die vordere Fläche der Stäbchen eintreten.



ten den Gegenstand zu sehen, wiewohl eigentlich nur das projicirte Netzhautbild vor unseren Augen steht.

Jede Gesichtsstörung ist davon abhängig, dass entweder einer dieser Bedingungen, oder beiden zu gleicher Zeit nicht genügt wird. Wenn die Projection nach aussen gestört ist, sei es durch Anomalien in der Retina, oder in dem Nervus opticus, oder in dem Gehirne, so gehört die Affection zum Gebiete der Amblyopie oder Amaurosis. Ensteht dagegen kein Bild, oder ist das Bild durch Diffusion im Innern des Auges umnebelt, so sind Trübungen in den Augenmedien, welche das Licht zu durchlaufen hat, vorhanden. Wenn endlich das Bild von Gegenständen, welche sich in den gewöhnlichen Entfernungen des deutlichen Sehens vom Auge befinden, nicht auf der Stäbchenschicht gebildet wird, oder wenn gar wegen Abweichung in der Krümmung der Oberflächen kein deutliches Bild zu Stande kommt, so müssen Refractions- oder Accommodationsfehler vorhanden sein. Die Störungen beim Sehen (mit einem Auge) können mithin in drei Hauptklassen eingetheilt werden: Amblyopien, Trübungen, Anomalien in der Refraction oder Accommodation.

Zur Kenntniss der Störungen in der Refraction oder Accommodation will ich versuchen, hier einen Beitrag zu liefern. Ich bezwecke damit zuerst die Begriffe dieser Anomalien klar und richtig zu bestimmen.

Man spricht öfter von der Entfernung des deutlichen Sehens und hat sich auch wohl bemüht, sie zu bestimmen. Das normale Auge hat aber mehr als eine Entfernung des deutlichen Sehens: es hat nämlich einen ihm am nächsten und einen anderen am entferntesten gelegenen Punkt, dem es sich accommodiren kann; alle dazwischen gelegenen Punkte können mithin, jeder für sich, Entfernungen des deutlichen Sehens werden. Kennt man den nächsten und entferntesten Punkt, so

kann man nach der von mir früher angegebenen Methode die Accommodationsbreite*) bestimmen. Wenn nämlich r = der Entfernung des äussersten Punktes, p = der des Nächsten, so wird die Accommodationsbreite durch die Formel $A = \frac{1}{p} - \frac{1}{r}$ gegeben.

Es gehört zu einem idealen Auge, dass der meist entfernte Punkt in unendlicher Entfernung gelegen sei, das heisst, dass das Auge bei der Accommodation für seinen fernsten Punkt parallele Strahlen gerade auf der Stäbchenschicht der Netzhaut zur Vereinigung bringe.

Diesem Ideale entsprechen relativ wenige Augen. Die parallelen Strahlen kommen bei der Accommodation für den fernsten Punkt sehr oft vor der Retina zur Vereinigung, sodass nur von Gegenständen in endlicher Entfernung, deren Strahlen das Auge in divergirender Richtung treffen, deutliche Bilder auf der Retina gebildet werden. Parallele Strahlen finden auch nicht selten, bei vollkommener Entspannung des Accommodationsapparates, hinter der Stäbchenschicht ihren Vereinigungspunkt, so dass die Strahlen convergirend auf das Auge fallen müssen, wenn anders ein deutliches Bild auf der Retina gebidet werden soll.

Der erste Zustand wird Myopie genannt, für den zweiten glaube ich den Terminus Hypermetropie vorschlagen zu müssen.

In Bezug auf den fernsten Punkt des deutlichen Sehens zerfallen mithin die Augen in drei Klassen: 1) in normale oder emmetropische für parallele Strahlen, 2) in myopische (brachymetropische) für divergirende Strahlen, 3) in hypermetropische für convergirende Strahlen eingerichtet. Die Grenzen zwischen diesen drei Klassen sind bei dieser Unterscheidung scharf gezogen. Sie sind unmittelbar

*) Archiv für Ophthalmologie. Bd. IV. S. 301.

gegeben durch einen Kehrpunkt, in der Richtung der Strahlen, für welche das Auge accomodiren kann. Sie beziehen sich auf das in Ruhe und Entspannung befindliche Auge; d. h. ausschliesslich auf den anatomischen Bau des Auges. Sie werden nur durch die Lage der Retina in Beziehung zu der Form und der lichtbrechenden Kraft des dioptrischen Systems bestimmt.

Eine Unterscheidung der Augen nach dem nächsten Punkte des deutlichen Sehens entbehrt diese Vortheile ganz und gar. Alle Grenzen müssen dabei willkürlich gezogen werden; weder in dem Auge selbst, noch in der Richtung der Strahlen kann man ein logisches Eintheilungsprincip finden, und dazu kommt noch, dass neben den oben erwähnten anatomischen Factoren, noch ein dritter physiologischer zu Hülfe gezogen werden muss, und zwar die veränderliche Kraft des Accommodationsvermögens.

Das Bedürfniss nach einer Unterscheidung, die auf der Entfernung des nächsten Punktes des deutlichen Sehens von dem Auge beruht, wird dann auch weder von der Wissenschaft noch von der Praxis gefühlt. Sobald der fernste Punkt gegeben ist, braucht bloss der veränderliche Factor der Accommodationsbreite hinzugefügt zu werden, um über das ganze Accomodationsgebiet urtheilen zu können.

Man hat im Allgemeinen die Nothwendigkeit, um den fernsten Punkt als Haupteintheilungsprincip für die Accommodationsfehler zu benutzen, nicht eingesehen. Und dies rührt hauptsächlich daher, dass man weniger auf die Accommodationsgrenzen Acht gab, als auf eine sogenannte Entfernung des deutlichen Sehens, welche, wie wir schon bemerkten, keine bestimmte Grösse vorstellt, weil sie willkührlich auf jeden Punkt der Accommodationsbreite zielen kann. So kam man inzwischen dazu Myopie und Presbyopie einander ge-

radezu gegenüberzustellen und sie, in Beziehung zum normalen Auge, als Abweichungen zu betrachten, welche dem Wesen nach ganz übereinstimmend, der Richtung nach aber nur entgegengesetzt sein sollten.

Scheinbar geschah dies mit dem vollsten Rechte. Bei der Myopie doch können nur in der Nähe gelegene, bei der Presbyopie (nach der gangbaren Bedeutung des Terminus) nur entfernte Gegenstände deutlich gesehen werden. Bei der Myopie war die Entfernung des deutlichen Sehens dem Auge zu nahe gerückt, — bei der Presbyopie dagegen zu weit davon entfernt. Da man keine andere Abweichungen kannte, so musste man sich genöthigt sehen, sie einander gegenüberzustellen.

Diese Gegenüberstellung erscheint aber bei eingehender Betrachtung unlogisch. Myopie und Presbyopie gehören sowohl aus anatomischen, als auch aus physiologischen Rücksichten zu sehr verschiedenen Kategorien. Die Myopie beruht auf einem abnormen Baue des Auges; dagegen ist eine dergleiche wesentliche Abnormität bei der Presbyopie (eine nothwendige Folge des höher werdenden Alters in jedem emmetropischen Auge) nicht vorhanden. Das Accommodationsvermögen hat bei der Myopie die normale Breite; Abnahme dieser Breite ist gerade die Ursache für die Presbyopie. Myopie endlich beruht auf einer abnormen Lage des fernsten Punktes, der deutlich gesehen werden kann, Presbyopie dagegen auf einer solchen des nächsten Punktes. Wie wenig Myopie der Presbyopie entgegengesetzt werden kann, geht auch daraus hervor, dass sowohl Myopie als auch Presbyopie in demselben Auge vorkommen kann, sobald z. B. die Breite des deutlichen Sehens nur in einer Entfernung von 14 bis 20 Zoll gelegen ist; dabei doch ist der fernste Punkt dem Auge zu nahe, der nächste dem Auge zu fern gelegen.

Die Ungenauigkeit der Begriffe schien noch ver-

mehrt werden zu müssen, als man den Zustand kennen lernte, welchen wir mit den Namen Hypermetropie belegt haben und den man vor uns durch den Terminus Hyperpresbyopie unterschied, als ob ein höherer Grad von Presbyopie ihm zu Grunde läge. Wenn man bedenkt, dass das Auge oft „hyperpresbyopisch" ist, ohne nur im mindesten an Presbyopie zu leiden und dass das Accommodationsvermögen bei Hyperpresbyopie in seiner vollen Kraft vorhanden sein kann, während es bei Presbyopie stets eine Abnahme erlitten hat, so wird man zu dem Schluss geführt dass „Hyperpresbyopie" (Hypermetropie) und Presbyopie im Grunde nichts mit einander gemein haben.

Ich komme daher auf die oben angegebene Hauptunterscheidung der Refractionsanomalien in Myopie und Hypermetropie zurück. Ihre gegenseitigen Unterschiede und Gegensätze lassen sich in wenigen Worten zusammenfassen: In dem Ruhezustande liegt der Brennpunkt des dioptrischen Systemes bei Myopie vor, — bei Hypermetropie hinter der Stäbchenschicht der Retina, während dieser Brennpunkt im emmetropischen Auge gerade in der Retina gelegen ist.

II.

Myopie.

Myopie kommt in sehr verschiedenem Grade der Entwickelung vor, der, wie ich früher angegeben habe, leicht durch die Formel $\frac{1}{r}$ unterschieden werden kann. Leichte Grade von Myopie sind viel häufiger, als man es gewöhnlich vermuthet. Viele Individuen, welche vorgeben, sehr deutlich in grosser Entfernung zu sehen, sind gewöhnlich erstaunt, dass Gläser von — $^1/_{60}$ und — $^1/_{40}$ und mitunter noch mehr negative Brillengläser

entfernte Gegenstände viel deutlicher machen. Sie sind Myopen, aber in geringem Grade.

Mit Unrecht hat man die Myopen geringeren Grades in einer besonderen Klasse von den anderen getrennt. Bei dem Begriffe, den man sich von der Myopie construirt hatte, war man mit denjenigen Fällen in Verlegenheit gerathen, in welchen in einer Entfernung von 2, 3 und 4 Fuss deutlich gesehen wurde, und dennoch Buchstaben von der Grösse eines Zolles in einer Entfernung von 15—20 Fuss nicht mehr leicht unterschieden werden konnten. Man sah nicht ein, dass man dabei mit geringen Graden von Myopie zu thun hatte, mit Graden von $^1/_{24}$, $^1/_{36}$, $^1/_{48}$, wobei der Fernpunkt auf 24″, 36″, 48″ von dem Auge entfernt lag. In der Entfernung von 15 Fuss sind dann schon die Zerstreuungskreise bedeutend, wenn nämlich die Pupille ziemlieh weit ist.

Die Verwirrung in Folge einer unrichtigen Auffassung dieser Fälle ist unglaublich. Dr. Kerst fand bei manchen jungen Aspiranten für die Stelle als Eleve an der Schule für Militärärzte, dass sie in einer Entfernung von 15—20 Zoll gewöhnliche Druckbogen leicht und fertig lasen, dagegen Buchstaben von 3—4 Zoll Grösse in einer Entfernung von 12—20 Fuss nicht mehr unterscheiden konnten. Er schrieb darüber an Cunier und fragte am Ende dieses Schreibens, ob hier nicht eine Art Myopie vorläge, obgleich er in den gebräuchlichen Handbüchern der Ophthalmologie, unter dem Artikel Myopie, davon nichts vermeldet fand. Cunier theilte Sichel*) dieses Schreiben mit, und Letzterer beantwortete die Frage des Herrn Kerst ganz richtig bejahend. Aus dem dabei geführten breiten Raisonnement geht aber hervor, dass es Sichel nicht klar ge-

*) Leçons cliniques sur les lunettes etc. Bruxelles. 1848 p. 99.

worden war, dass man dabei ganz einfach mit einem solchen Grade von Myopie zu thun hatte, bei dem der fernste Punkt des deutlichen Sehens nicht ferner als 15 oder 20 Zoll gelegen war.

Einige Jahre später schrieb Fronmüller hierüber, als über „eine Varietät der Kurzsichtigkeit", die er „Myopie in distans" nennt. Sichel und Kerst haben, wie er sagt, zuerst die Aufmerksamkeit hierauf gelenkt. Trotzdem aber beschreibt Fronmüller*), als Beispiel für seine Myopie in distans, einen Fall von Hypermetropie, was daraus hervorgeht, dass mit einem convexen Glase deutlich und ohne Anstrengnng in die Ferne gesehen wurde, während mit einem concaven Glase das Sehen in jeder Entfernung undeutlich wurde. Fronmüller hat mithin einen mässigen Grad von Hypermetropie, der das Lesen gewöhnlicher Druckbogen in einer Entfernung von 10″ mit Leichtlgkeit zuliess (Fälle, die keineswegs selten vorkommen), mit dem geringen Grade von Myopie verwechselt, auf den Kerst aufmerksam gemacht hatte und dafür einen neuen Terminus, Myopie in distans, eingeführt. Demungeachtet sehen wir nun diesen Terminus auch von Kerst für geringe Grade von Myopie in Gebrauch gezogen.

v. Graefe**) endlich, der über die Entstehung dieses Terminus das Nöthige nicht in Erfahrung bringen konnte, macht einen rationellen Gebrauch von demselben, um diejenigen Fälle zu charakterisiren, in welchen die Unterscheidung von fern gelegenen Gegenständen in Beziehung zu dem Grade der Myopie sehr fehlerhaft ist. Er untersucht und analysirt einen darauf bezüglichen Fall mit grosser Genauigkeit. Daraus geht hervor, dass dieser Zustand von einer unwillkührlichen Wirkung der Accommodationsmuskeln abhängen kann,

*) Beobachtungen auf dem Gebiete der Augenheilkunde. Fürth, 1850 S. 54.

**) Archiv f. Ophthalmologie. Bd. II. Abth. I. S. 158.

die sich krampfhaft zu jedem Versuche fügt, weiter zu sehen, als den natürlich fernsten Punkt.

Solche Fälle kommen aber gewiss nur höchst selten vor. Unter mehr als Tausend Myopen habe ich keinen solchen zu beobachten Gelegenheit gehabt. Die zu grosse Undeutlichkeit von entfernten Gegenständen in Beziehung zum Grade der Myopie liess sich stets durch die mehr als gewöhnlich grosse Pupille erklären. Sie verhindert nicht, dass in Entfernungen, für welche das Auge accommodirt ist, vollkommen deutlich gesehen wird, sondern macht die Wahrnehmung ausserhalb der Accommodationsgrenzen sehr unvollkommen, weil die Grösse der Zerstreuungskreise mit der Mittellinie der Pupille wächst. Dies ist auch eine der Ursachen, warum Mancher glaubt, dass seine Myopie mit dem Zunehmen der Jahre abgenommen hat, auch wenn es wirklich nicht stattgefunden; die Pupille ist kleiner geworden und schon darum sehen sie besser in der Entfernung. Wenn man die sogenannten Myopen in distans durch eine Oeffnung von 5 Millimetern hindurchsehen lässt, so ist das Missverhältniss aufgehoben. Man muss sich daher in Acht nehmen, jedes Missverhältniss zwischen dem Grade von Myopie und der Beobachtung in der Entfernung durch Krampf der Accommodations - Muskeln zu erklären. Darum aber kann auch der Terminus, „Myopie in distans," welcher schon so viel Verwirrung verursacht hat, nach meinem Dafürhalten, ganz gut entbehrt werden. Weder die geringeren Grade der Myopie, welche ebensogut wie die höheren durch $\frac{1}{r}$ bestimmt werden können, noch die Hypermetropie, welche geradezu ein Gegenfüssler der Myopie ist, verdienen so benannt zu werden, und die seltsame, durch v. Graefe beschriebene Krankheitsform mag als Krampf der

Accomodationsmuskeln beim Entspannungsversuche angedeutet werden.

Es liegt durchaus nicht in meinem Plane hier eine Geschichte der Myopie zu geben. Vielleicht werde ich sie später an einer anderen Stelle behandeln. Nur einen einzigen Punkt, der auf das Sehen von Myopen sich bezieht, will ich hier erwähnen, weil ich glaube, dass er bisher übergesehen worden ist: dass nämlich die Myopen die Bilder ihrer Retina kleiner sehen als normale Augen. Die Retina ist im myopischen Auge ausgedehnt worden. Jeder Punkt der Retina hat inzwischen den Punkt seiner Projection im Gesichtsfelde unverändert beibehalten. Wenn man sich nun die psychisch projicirten Punkte des Gesichtsfeldes mit den übereinstimmenden Punkten der Retina verbunden denkt, so hat man einen Kreuzpunkt der ideellen Projectionslinien und dieser Kreuzpunkt ist durch die Zerrung der Retina bei Myopie nach vorne gerückt. Man kann behaupten, dass der Kreuzungspunkt der Projectionslinien im normalen Auge mit dem der Richtungslinien zusammenfällt, wegen der ihm eigenen Harmonie zwischen dem Gesichtswinkel, unter dem man sich einen Gegenstand vorstellt und der erforderten Bewegung, um die Gesichtsaxe diesen Winkel durchlaufen zu lassen. Im myopischen Auge findet dies nicht mehr statt. Wenn die Entfernung von zwei Punkten der Netzhaut von einander verdoppelt ist, so muss der Kreuzungspunkt der Projectionslinien in doppelte Entfernung von der Retina gebracht sein: man stellt sich für ein gegebenes Netzhautbild einen Gegenstand unter kleinerem Winkel vor, und muss nichtsdestoweniger eine Bewegung machen, welche der Grösse des Netzhautbildes entspricht, um die Gesichtsaxe hintereinander auf die entgegengesetzten Grenzen des Gegenstandes zu bringen. Ich werde versuchen, das Angeführte noch näher zu beleuchten. Zwei

Mittel stehen zu unseren Diensten, um den Winkel zu schätzen, unter dem wir einen Gegenstand sehen. Wir wenden sie gewöhnlich gleichzeitig an. Erstens schätzen wir ihn unmittelbar, wenn wir einen gewissen Punkt eines Gegenstandes fixiren, den wir übrigens indirect sehen; das zweite Mittel ist gelegen in der Bewegung, welche gefordert wird, um zwei entgegengesetzte Punkte hintereinander direct zu sehen. Der ursprüngliche Zusammenhang zwischen diesen Mitteln besteht nicht mehr bei dem Myopen; bei unmittelbarer Schätzung sieht er (nach seinem ursprünglichen Maasstabe) den Gegenstand unter einem kleineren Winkel als bei der Beurtheilung, welche sich aus der erforderten Bewegung ergiebt*). Wir versetzen uns in denselben Fall, wenn wir in verkehrter Richtung durch ein Opernglas schauen. Die Gegenstände stellen sich unter einem kleineren Winkel dar, und eine unverhältnissmässig grosse Drehung des Kopfes wird erfordert, um die Gesichtslinie von dem einen Punkte zu dem andern zu führen: es ist, als ob die Gegenstände der Bewegung folgten.

Die Drehung des Kopfes bei diesem Versuche entspricht der Bewegung der Augen bei der hochgradigen Myopie; Myopen aber bemerken dieses Missverhältniss nicht, weil sie bei der allmähligen Entwickelung der Myopie ihren Maassstab bei unmittelbarer Schätzung nach und nach modificirt haben. Auch die erforderte Muskelwirkung kann durch Ortswechsel des Drehpunktes eine Modification erlitten haben. Trotzdem aber scheint das Mitgetheilte nicht ganz bedeutungslos zu sein, indem es Rechenschaft giebt von einem Verluste in der Schärfe des Sehvermögens**), das bei den Myopen im Allgemeinen vorkommt.

*) Die scheinbaren Bewegungen der Objecte bei Contraction von halbparalysirten Augenmuskeln haben denselben Grund.

*) Ich habe die Gewohnheit, den Verlust an Schärfe des Sehver-

III.

Hypermetropie.

Die Hypermetropie wurde bisher sehr wenig studirt. Die älteren Ophthalmologen haben sie entweder gar nicht gekannt, oder verkannt. Dieses Misskennen ist jedenfalls nicht ohne schädliche Folgen geblieben. Positive Gläser wurden nur allzu unbedingt für das Sehen in der Entfernung abgerathen, und für das Sehen in der Nähe wurden die schwächsten Gläser, mit denen einigermaassen, d. i. mit grosser Anstrengung wahrgenommen werden konnte, verordnet.

Die Unwissenheit über diese bedeutende Abweichung war allgemein. Sogar von Ruete, der so sehr bemüht war, die Physik und die Physiologie der Ophthalmologie dienstbar zu machen, war ihre Existenz nicht bemerkt worden, so dass sie denn auch in seinem Lehrbuch der Ophthalmologie vom Jahre 1845, keine Erwähnung findet. Erst in der zweiten Auflage vom Jahre 1853 finden wir sie angeführt, aber wie? „Die Uebersichtigkeit," so lesen wir, „ist der Zustand, bei dem wegen einer eigenthümlichen, noch nicht hinreichend erforschten Construction der brechenden Mittel des Auges weder nahe, noch ferne Gegenstände deutlich gesehen werden. Das Auge scheint dabei an einem gänzlichen Mangel der Accommodationskraft und an einer sehr geringen Brechungskraft zu leiden. Dieser Gesichtsfehler ist in der Regel angeboren, oder er entwickelt sich doch sehr früh in der Jugend." Die Beschreibung beschränkt sich ganz und gar auf dieses Citat; sie ist aber überdies in jeder Periode ungenau; denn bei mässigem Grade werden entfernt gelegene

mögens in Zahlen auszudrücken. Unabhängig von mir hat v. Graefe dasselbe gethan und angefangen es zu verwerthen.

Gegenstände und sogar nahe gelegene noch deutlich gesehen; die Accommodationskraft fehlt nie ganz und gar und ist nicht selten von normaler Breite, während endlich dieser Zustand sich wohl nie nach der Geburt entwickelt.

v. Graefe*) hat die höheren Grade der Hypermetropie mit dem ihm eigenen Talente beschrieben und analysirt. Auch Stellwag von Carion**) hat ungefähr zu derselben Zeit eine klare Vorstellung von derselben gehabt, wiewohl er diesen Zustand als einen höheren Grad von Presbyopie betrachtet; er hat sogar schon verschiedene Categorien, als facultative, relative und absolute Hyperpresbyopie unterschieden, welche theilweise den Graden von Hypermetropie entsprechen, welche ich angenommen habe. Es blieb aber fast ganz unbeachtet, dass dieser Zustand in geringem Grade sehr verbreitet vorkommt und dass er als solcher einer Krankheit zu Grunde liegt, welche unter dem Namen Hebetudo visus, Asthenopie, Kopiopie, Ophthalmokopie, Lassitude oculaire, Amblyopie presbytique, Debilitas visus, Impaired vision, Muscular amaurosis, Weaksightedness u. s. w. die Ophthalmologen so sehr rege gehalten hat.

Schon oben aber haben wir die Definition der Hypermetropie gegeben. Sie ist vorhanden, sobald das Auge über das normale brauchbare Maass hinaus sieht, sobald es für convergente Strahlen accommodiren kann, mit anderen Worten, sobald der Brennpunkt des dioptrischen Systemes hinter der Retina liegt. Die Strahlen gehen stets divergirend von den Naturgegenständen

*) Archiv für Ophthalmologie. Bd. II. H. I. S. 179.

**) Die Ophthalmologie vom wissenschaftlichen Standpunkte aus bearbeitet. Bd. II. S. 371. S. auch eine Abhandlung in den Sitzungsberichten der k. k. Akad. der Wissensch. zu Wien. 1855. Bd. XVI. S. 187.

aus, oder höchstens parallel, nämlich von Gegenständen in unendlicher Entfernung. Das Auge hat mithin kein Bedürfniss, für convergirende Strahlen zu accmomodiren. Es entspricht allen Forderungen, wenn es ziemlich divergirende Strahlen auf der Retina zur Vereinigung bringen und ausserdem sich entspannen kann, um für parallele Strahlen zu accomodiren. Vermag es weiter zu gehen, so tritt es über das Maass hinaus. Es besitzt etwas Unbrauchbares und hat dabei, wie wir weiter unten sehen werden, viel an Brauchbarkeit verloren. Der Zustand wurde, ehe er hinreichend gut untersucht war, Hyperpresbyopie geheissen. Sehr bald wurde die Unrichtigkeit dieser Benennung erkannt und während das Wort Uebersichtigkeit schon gebräuchlich worden war, wurde ein neues, nämlich Hyperopie für Hyperpresbyopie vorgeschlagen. Dieser Terminus hat aber ebenso wenig Sinn, wie der vorhergehende, nämlich Uebersichtigkeit, und ist noch nicht so allgemein adoptirt, dass man sich zurückgehalten fühlen sollte, einen Versuch zu wagen, ihn durch einen besseren und richtigeren zu ersetzen. Der Terminus Hypermetropie geht als von selbst aus dem oben Gesagten hervor. Ich hoffe, dass er sich Beifall erwerben wird.

Der Grad der Hypermetropie lässt sich leicht ausdrücken. Er ist nämlich gleich der Grösse, um welche das Auge in entspanntem Zustande über das gewöhnliche Maas hinausgeht; und diese wird leicht gefunden

*) Nur für den Augenarzt hat die Hypermetropie etwas Brauchbares. Die von einem Punkte der Retina eines Myopen ausgehenden Strahlen haben nämlich, sobald sie das Auge verlassen haben, eine convergirende Richtung; der Hypermetrop hat daher das Vorrecht, den Fundus oculi von Myopen ohne negatives Glas im geradestehenden Bilde untersuchen zu können. Dieses Vorrecht compensirt aber nicht die Unannehmlichkeit, beim gewöhnlichen Sehen fast immer eine Brille oder Loupe gebrauchen zu müssen.

indem man nämlich das stärkste positive Glas, womit unendlich entfernte Gegenstände noch deutlich gesehen werden, aufsucht. Wenn Jemand dies mit Gläsern von $1/_{20}$, $1/_{10}$, $1/_{8}$ erreichen kann, so ist seine Hypermetropie $= 1/_{20}$, $1/_{10}$ oder $1/_{8}$, oder eigentlich $1/_{19}$, $1/_{9}$, $1/_{7}$, wenn nämlich das Glas, welches man gebraucht, einen Zoll von dem Knotenpunkte des Auges entfernt blieb.

Bei den Untersuchungen, welche ich mit Dr. Mac-Gillavry angestellt habe, hatten wir oft grosse Mühe, den Grad der Hypermetropie mit Genauigkeit zu bestimmen. Bei der Mittheilung wurde schon erwähnt, dass dieselben Individuen anfangs z. B. mit Gläsern von $1/_{12}$ am schärfsten in der Entfernung sahen, darauf mit Gläsern von $1/_{10}$ und endlich Gläsern von $1/_{8}$ den Vorzug gaben.

Es wurde mir bald klar, dass diese Leute, stets gezwungen, auch wenn sie in die Ferne sehen wollten, ihr Accommodationsvermögen anzustrengen, damit fortfahren, wenn das Bedürfniss dazu nicht mehr vorhanden war, wenn nämlich Gläser vor ihre Augen gehalten wurden. Darum wurde der Grad der Hypermetropie aus den stärksten Gläsern, welche sie schliesslich gebrauchen konnten, hergeleitet. Dabei wurde vorausgesetzt, dass der Accommodationsapparat bei den stärksten Gläsern, welche ertragen wurden, wohl ganz entspannt sein würde. Diese Voraussetzung war aber, wie ich später erkannte, irrthümlich. Der Grad der Hypermetropie auf diese Weise bestimmt, fällt immer zu niedrig aus. Man kann sich davon überzeugen, wenn man die Untersuchung wiederholt, nachdem man das Accommodationsvermögen durch Eintröpfeln eines Mydriaticum paralysirt hat.

Ueber den Einfluss der Mydriatica auf das Accommodationsvermögen sind sehr viele Untersuchungen mitgetheilt worden. Sie haben gelehrt, dass das Accom-

modationsvermögen durch dieselben aufgehoben wird. Mac-Gillavry glaubte zu finden, dass bei Veränderung der Richtung der Sehaxen noch eine geringe Accommodation vorhanden war. Ich will dies nicht geradezu bestreiten, glaube aber, dass genauere Versuche erforderlich sind, um einen so wichtigen Punkt unwiderlegbar darzuthun. Wenn das Accomodationsvermögen verloren gegangen ist, so ist nur ein Punkt des deutlichen Sehens übrig geblieben. Wo befindet sich aber nun dieser Punkt? Man überzeugte sich leicht davon, dass er so weit von dem Auge entfernt liegt, als der ursprünglich fernste Punkt. Ich kann aber hinzufügen, dass er noch etwas weiter entfernt liegt. Es kommt aber in dieser Hinsicht eine grosse Verschiedenheit vor.

Der Unterschied ist für normale und myopische Augen so gering, dass er oft nur mit Anwendung der schärfsten Hülfsmittel*) mit Gewissheit zu constatiren ist. Normale Augen werden nämlich in sehr geringem Grade hypermetropisch, so dass sie mit Gläsern von $^1/_{80}$ oder $^1/_{60}$, selten aber von $^1/_{50}$ oder $^1/_{40}$ einen entfernten Lichtpunkt deutlicher sehen. Myopen sehen ebenfalls klar in der Entfernung mit einem kaum schwächeren Glase, als sonst erfordert wird. In Fällen von Hypermetropie dagegen ist der Unterschied nicht selten sehr bedeutend. Ich habe Fälle beobachtet, in welchen anfangs Gläser von $^1/_{24}$ denen von $^1/_{20}$ vorgezogen wurden, in welchen mit Gläsern von $^1/_{16}$ und $^1/_{12}$ sehr unvollkommen gesehen wurde, und in welchem trotzdem nach artificieller Mydriasis Gläser von $^1/_6$ herbeigezogen werden mussten, um deutlich in der Entfernung zu sehen.

---

*) Ueber die Methode kann ich hier nicht ausführlich handeln. Ich will nur bemerken, dass ein unendlich kleiner Lichtpunkt der beste Gegenstand ist, um die Grenzen des Accommodations-Vermögens zu bestimmen.

Das Bedürfniss das Accommodations-Vermögen bei jeder Beobachtung fast bis auf's Aeusserste anzustrengen, wurde zur Gewohnheit und dies giebt vollkommen Rechenschaft von dem soeben Gesagten. So grosse Unterschiede kommen aber nur bei jungen Leuten vor, welche eine ansehnliche Accommodationsbreite haben, und durch Uebung im Stande sind einen grossen Theil derselben sogar bei paralellen Sehlinien zu gebrauchen. In höherem Alter, und bei jungen Hypermetropen mit geringer Accommodationsbreite liefert die Bestimmung vor und nach der kunstmässigen Mydriasis einen viel geringeren Unterschied. Uebrigens geht aus dem soeben Angeführten hervor, dass das Accommodationsvermögen bei Hypermetropie nicht gehörig berücksichtigt worden ist. Der Fehler war in einer unrichtigen Bestimmung des Fernpunktes gelegen, über den der Hypermetrop denn auch gewöhnlich nicht mehr verfügen kann.

Diese Resultate haben mich auf einen wichtigen Unterschied zwischen emmetropischen und ametropischen Augen aufmerksam gemacht, nämlich auf die verschiedenen Grenzen des Accommodationsgebietes, welche jedem Grade von Convergenz der Sehlinien zukommen. Wir werden darüber in § 6 ausführlicher sein, nachdem wir über Asthenopie gesprochen haben.

IV.

Asthenopie (Hebetudo visus).

Schon lange Zeit hat ein eigenthümlicher Krankheitszustand die Aufmerksamkeit der Ophthalmologen auf sich gezogen. Die Symptome sind sehr charakteristisch. Das Auge sieht vollkommen normal aus; seine Bewegungen sind ganz ungestört; die Convergenz der

Sehlinien bietet keine Schwierigkeit dar; das Sehvermögen ist meistens sehr scharf; und trotz alledem entsteht alsbald eine Ermüdung, beim Lesen, beim Schreiben und beim Verrichten von anderer Arbeit in der Nähe; die Gegenstände werden undeutlich und verwirrt, und es tritt ein Gefühl von Spannung namentlich oberhalb der Augen auf, so dass man gezwungen ist auszuruhen und von der Arbeit abzulassen. Nach einigen Augenblicken sieht man wiederum deutlich, aber noch geschwinder wie zuvor entwickelen sich dieselben Symptome. Je länger man geruht hat, um so länger kann man auch wiederum mit der Arbeit fortfahren.

So lange man sich nicht mit nahegelegenen Gegenständen beschäftigt, scheint das Sehvermögen normal zu sein, und kein unangenehmes Gefühl wird empfunden. Versucht man dagegen die Arbeit in der Nähe durch kräftige Anstrengung trotz der empfundenen Nachtheile fortzusetzen, so nehmen die Symptome mehr und mehr zu; der Schmerz oberhalb der Augen wird intensiver; die Augen werden roth, die Thränen fliessen reichlich; die Augen selbst schmerzen aber nur höchst selten. Beim Steigen der Erscheinungen sieht man sich genöthigt die Augen zu schliessen und mit der Hand über Stirn und Augen zu fahren. Nach zu lange fortgesetzter Anstrengung muss jede Arbeit in der Nähe während längerer Zeit aufgegeben werden.

Dieser Zustand wurde anfangs als eine Art Amblyopie aufgefasst. Er wurde Hebetudo visus, Amblyopie presbytique oder Amblyopie par presbytie geheissen. Das Wesen dieser Affection blieb aber ganz im Dunkeln.

Mackenzie kam der Wahrheit näher. Vermuthlich ist, wie er sagt, der Sitz dieser Krankheit in dem Organe oder in den Organen der Accommodation zu suchen. Die meisten Ophthalmologen gaben diesem Aus-

spruche ihren Beifall, hatten aber darum den Grund der Krankheit noch nicht entdeckt. Sie beobachteten wohl, dass das Accomodations-Vermögen sehr bald erschöpft war, dass convexe Gläser, deren Gebrauch Mackenzie noch verbieten zu müssen glaubte, die Symptome ganz oder doch zum Theile aufhoben, die Idee aber, dass hier ein ursprünglicher Bildungsfehler im Auge zu Grunde liege, kam nicht bei ihnen auf. Die Entstehungsweise trug freilich das ihrige dazu bei, um diesen Gedanken fern zu halten. Bis zum 16ten, 20ten oder 25ten Jahre war das Sehvermögen normal geblieben; es waren keine Klagen laut geworden; nach und nach aber wurde bei solchen Individuen die Arbeit in der Nähe, womit sie sich fortwährend beschäftigten stets schwieriger und wurde mit der Arbeit dann einige Zeit aufgehört, so trat Besserung ein. Konnte man unter solchen Umständen wohl an einem anderen Zustand als an einen später entwickelten denken und musste die Ursache nicht in übermässiger Anstrengung gesucht werden? Impaired vision from overwork, — dies ist der Titel unter dem sie White Cooper*) behandelt.

Wenn man aber daran dachte damit die Entstehung aufgeklärt zu haben, so hatte man ganz übersehen, dass Tausende ihr Sehvermögen in ähnlicher, wo nicht in noch viel intensiverer Weise anstrengten, ohne darum aber von den so qualvollen Symptomen der Asthenopie oder impaired vision heimgesucht zu werden, und dass umgekehrt die Symptome bei Leuten ja sogar bei Kindern vorkommen, welche ihr Sehvermögen gar nicht sehr in Anspruch genommen haben.

Wenn dieselbe Ursache nicht stets dieselbe Folgewirkung hervorruft, so wird eine im Grunde unklare Prädisposition angenommen. In Bezug auf die Astheno-

*) On near sight, aged sight, impaired vision and the means of assisting sight. 2 ed. London, 1853. p. 125.

pie habe ich aber geglaubt die Frage stellen zu müssen, worauf diese Prädisposition denn doch beruht und alsbald überzeugte ich mich, dass sie durch eine angeborene Abweichung, nämlich einen mässigen Grad von Hypermetropie, bedingt werde. Diese Hypermetropie ist aber mehr als Prädisposition, sie ist die Ursache der Asthenopie d. h. der Anlage des Auges beim Sehen in der Nähe bald zu ermüden. Jede Hypermetropie, welche in Beziehung zu der Accommodationsbreite einen gewissen Grad erreicht hat, ist zu gleicher Zeit Asthenopie. Wenn die Erscheinungen öfter erst in dem Alter von 25 Jahren auftreten, so ist dies nur dem zuzuschreiben, dass die Accommodationsbreite früher gross genug war um den vorhandenen Grad der Hypermetropie zu bestreiten. Man hüte sich vor der Verwechslung von Ursache und Veranlassung. Die Veranlassung für die Erscheinungen besteht in der fortwährenden Anstrengung für das Sehen in der Nähe, die Ursache der Affection aber ist in dem hypermetropischen Baue des Auges gelegen. Die Asthenopie doch ist nicht die Ermüdung selbst, sondern vielmehr der Mangel an Kraft, wodurch die Ermüdung eintritt. Die hier gemachte Unterscheidung kommt mir leichtfasslich vor. Wenn Jemand beim Bergsteigen schnell erschöpft ist, so ist die Anstrengung wohl die nächste Veranlassung für die Ermüdung, die Ursache ist aber in dem geringen Arbeitsvermögen seiner Muskeln in Beziehung zu seinem Körpergewichte gelegen. Dieses Missverhältniss besteht immerwährend, auch wenn er keine Berge besteigt; ja, was mehr ist, durch Uebung kann es theilweise reduzirt werden, und nur nach wiederholter übermässiger Anstrengung ohne genügende Pausen tritt die Ermattung noch früher ein als zuvor. Geradeso verhält sich die Hypermetropie zu der Asthenopie; nach jeder übermässiger Anstrengung wird län-

gere Ruhe gefordert; gänzlicher Mangel an Uebung lässt die Erscheinung bei der ersten Anstrengung aber noch geschwinder auftreten. Die Analogie ist vollkommen.

Schon früher habe ich behauptet, dass Hypermetropie durchgehends der Asthenopie zu Grunde liegt. Man hat gegen diese Behauptung Zweifel erhoben. Jetzt aber gehe ich noch weiter, und wage es auszusprechen, dass Hypermetropie fast nie fehlt, wo Asthenopie beobachtet wird. Es kostete mich früher oft Mühe, ihre Existenz sicher darzuthun. Sie wurde gewöhnlich erst deutlich, nachdem die positiven Gläser eine Zeit lang vor den Augen gehalten worden waren. Jetzt aber, wo ich bei Fällen von Asthenopie ein Mydriaticum in das Auge zu träufeln pflege, wird jedesmal die Existenz der Hypermetropie erkannt. Unter den 100 letzten Fällen, welche mir vorgekommen sind, war wenigstens kein einziger vorhanden, in dem sie fehlte, ja sie war meistens ziemlich bedeutend entwickelt. Dieses Resultat schliesst die Annahme nicht aus, dass Schwierigkeiten beim Sehen in der Nähe vorkommen, ohne dass Asthenopie besteht. Congestive Zustände, vorzüglich bei Myopen, beginnende Amblyopie, auch granulöse Entzündung der Conjunctiva verhindern die fortwährende Anstrengung zum Sehen in der Nähe; die Erscheinungen weichen aber übrigens so sehr von denen der Asthenopie ab, dass es wohl Niemand einfallen wird, sie zu einer und derselben Categorie zu rechnen. Auch Neuralgie des Auges mit Schmerzen in demselben, nimmt bei Anstrengung gewöhnlich zu, sie hat aber ebensowenig mit Asthenopie gemein. Die einzige Anomalie, welche mit ähnlichen Erscheinungen auftritt, ist eine Muskelanomalie, welche Schwierigkeit bei der Convergenz bedingt; v. Gräfe*) hat hierauf

*) Archiv f. Ophthalmologie Bd. II, Abth. I, S. 174.

aufmerksam gemacht. Auch ich habe öfter ähnliche Fälle beobachtet*) aber im Verhältniss zur Asthenopie aus Hypermetropie kommen sie höchst selten vor, was schon daraus hervorgeht, dass von 100 hintereinander beobachteten Fällen kein einziger dazu gehörte.

Das Einträufeln von einer schwachen Lösung von sulph. atropini reicht nicht hin, um bei jungen Individuen die Existenz eines geringen Grades z. B. von $^1/_{24}$ oder $^1/_{20}$ von Hypermetropie genau darzuthun. Die Lösung muss ziemlich stark sein, wenigstens wenn man den Grad der Hypermetropie bestimmen will. Eine Lösung von 1 : 2000 (d. h. von 1 Theil sulph. atrop. auf 2000 Th. Wasser) bewirkt zwar vollkommene Erweiterung der Pupille, reicht aber nicht hin, um die Accommodationsmuskeln ganz zu lähmen;**) dazu wird eine Lösung von 1 : 120 oder 1 : 140 nöthig sein. Dieses Factum ist an und für sich nicht ganz bedeutungslos, weil es einen neuen Beweis liefert, dass die Iris in keinem unmittelbaren Zusammenhange mit dem Accommodationsmechanismus steht. Auch lehrt es uns ein Mittel kennen, um den Augapfel ohne Störung für den Kranken zu erweitern, so oft wir dies für eine genaue ophthalmoscopische Untersuchung wünschenswerth achten. Hier wird es aber nur angeführt, damit man aus Erweiterung der Pu-

*) Bei Myopen kommt die Insufficienz der musculi recti interni unter ganz eigenthümlichen Umständen vor. Myopen von $^1/_{2^1/_2}$ bis $^1/_3$ sehen beim Lesen fast immer nur mit einem Auge. Wenn man ihnen nun Gläser von — $^1/_6$ vorhält, so wird die Entfernung beim Lesen auf 5 bis 6 Zoll vom Auge gebracht. Dabei nun versucht der Myop oft mit beiden Augen zugleich zu sehen. Darauf folgt aber Ermüdung, die keineswegs von Anstrengung des Accomodations - Apparates herrührt, welche gar nicht erfordert wird, sondern von der erforderten Convergenz auf 6", welche nicht geübt worden ist.

**) Siehe auch Kuyper Ouderzoekingen omtrent de kunstmatige verwyding von den oogappel. — eine unter meiner Leitung iu neuerer Zeit bearbeitete Dissertation.

pille durch ein Mydriaticum nicht unbedingt auf den Verlust des Accommodations-Vermögens schliesse. Einige Male wurde sogar nach Anwendung einer schwachen Lösung bei schon ziemlicher Erweiterung ein geringerer Grad von Hypermetropie als zuvor wahrgenommen, so dass es schien, dass der Fernpunkt dem Auge anfänglich ein minimum genähert war.

V.

Relative Accommodationsbreite.

Jetzt nachdem es factisch dargethan ist, dass Asthenopie auf Hypermetropie beruht, scheint erstere eine so natürliche Folge zu sein der letzteren, dass der Schluss a priori augenscheinlich auf der Hand lag. Und doch verdient dieser Zusammenhang wohl noch einigermassen beleuchtet zu werden.

Seit langer Zeit war es bewiesen, dass kein absoluter Zusammenhang zwischen dem Accommodationszustande des Auges und der Convergenz der Sehlinien existirt. Bei demselben Grade der Convergenz ist Unterschied in der Accommodation und umgekehrt möglich. Nachdem ich die Accommodationsbreite im Allgemeinen bestimmt hatte, schien es mir nicht bedeutungslos die relative Accommodationsbreite bei jedem Grade der Convergenz aus den dabei vorkommenden Accommodationsgrenzen herzuleiten. Einige dahin gehörige Bestimmungen sind schon von Dr. Mac-Gillavry mitgetheilt worden. Der Einfluss der Convergenz auf den fernsten und nächsten Punkt wurde dabei sehr verschieden gefunden; der Grund davon blieb aber im Dunkelen. Jetzt aber ist es mir klar geworden, dass er in dem Baue des Auges selbst zu suchen ist; die Accommodation bei verschiedener Convergenz der Sehlinien hat ganz eigenthümliche von Uebung abhängige Grenzen im emmetropischen, hypermetropischen und myo-

pischen Auge. Ein Blick auf die beifolgenden schematischen Figuren ist hinreichend um die Ueberzeugung davon zu erhalten. Fig. I giebt die Accommodationsbreiten bei jedem Grade der Convergenz für das emmetropische Auge; Fig. II für das myopische; Fig. III für das hypermetropische Auge. *KK'* stellt die Convergenz der Sehlinien von 0° bis 70° vor, *pp'* den des nächsten Punktes des deutlichen Sehens, *rr'* den des fernsten Punktes; 2, 3, 4 u. s. w. seitlich auf der Figur zu finden, geben die Entfernungen (in Par. Zoll) an, in welchen sich die Sehlinien vor dem Auge schneiden (dabei ist die Entfernung zwischen zwei horizontalen Linien = $^1/_{24}$ Accommodation); die unter der Figur angegebenen Winkel sind die diesen Entfernungen entsprechenden Convergenzen der Sehlinien, bei einer Distanz beider Augen von $28^1/_2$''' berechnet; die Entfernungen zwischen den Linien *pp'* und *rr'*, in vertikaler Richtung gemessen, repräsentiren die relativen Accommodationsbreiten bei jedem Grade der Convergenz. Der Theil dieser Entfernungen, welcher über der Linie *KK'* gelegen ist, stellt den positiven, der daruntergelegene dagegen den negativen Theil der relativen Accommodationsbreite vor (der erste giebt an um wie viel näher, der letzte um wieviel ferner man accommodiren kann als für den Punkt wo die Convergenz stattfindet); *p''* ist der nächste Punkt des deutlichen Sehens für beide Augen zugleich, und daher der am nächsten gelegene Convergenzpunkt, bei dem deutliches Sehen möglich ist; *p'* ist der absolut nächste Punkt des deutlichen Sehens, der fast immer weiter vom Auge entfernt liegt als der dabei geforderte Convergenzpunkt. Bei dieser kräftigsten Anstrengung des Auges wird mit dem höchsten Grade der Convergenz zugleich die kräftigste Accommodation für die Nähe nothwendigerweise in Anspruch genommen, so dass die Linien *pp'* und *rr'* sich hier

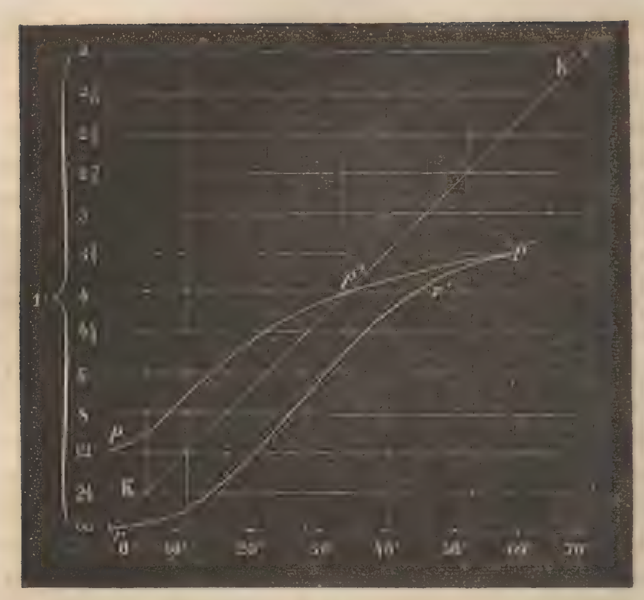


Fig. I.

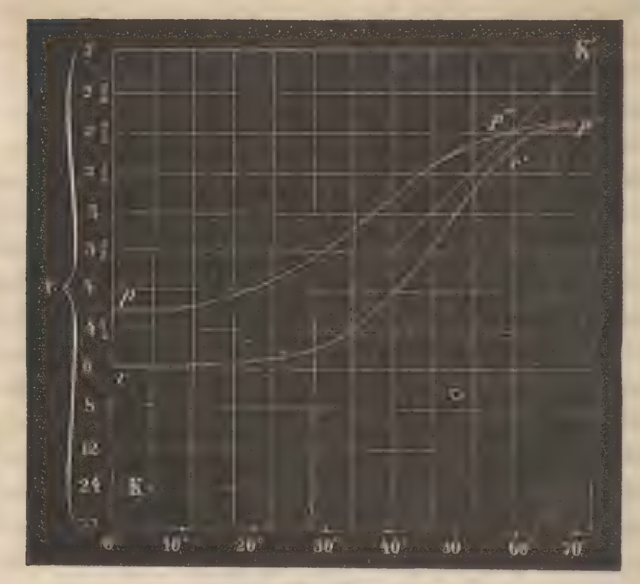


Fig. II.

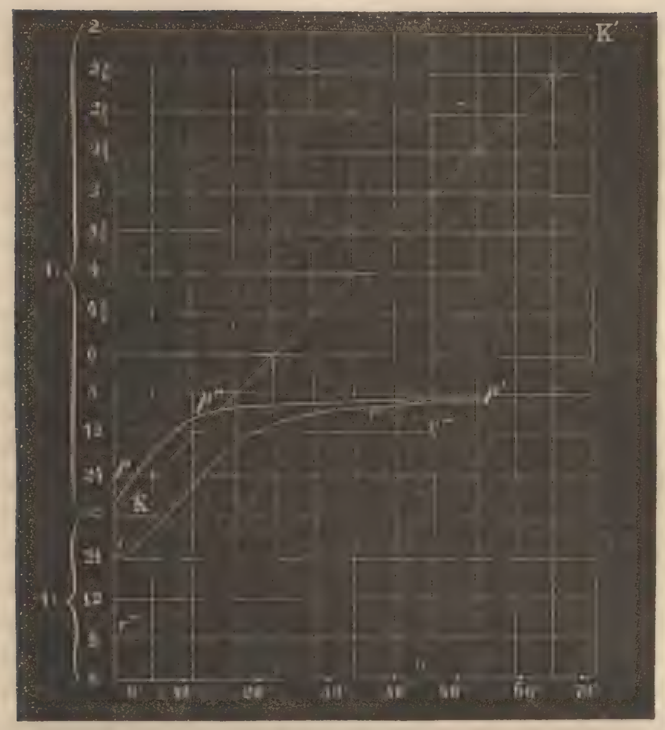


Fig. III.

schneiden; bei dem Maximum der Convergenz besteht daher keine Accommodationsbreite mehr.

Bei Vergleichung der drei Figuren bemerkt man alsbald den Hauptunterschied: im emmetropischen Auge steigen pp' und rr' ziemlich regelmässig bis auf einen Convergenzwinkel von 20°, und dann nimmt das Steigen besonders von pp' allmählich ab; im myopischen Auge dagegen ist das Steigen von 0° bis 20° sehr gering und fängt erst von 20° an bedeutend zu werden; endlich im hypermetropischen Auge ist das Steigen von 0° bis 12° sehr rasch, während die Linie pp' weiterhin von 15—50° nur $^1/_{48}$ Accommodationsbreite (A) gewinnt.

Es muss jetzt jede Figur für sich betrachten und beschrieben werden; ihre Bedeutung wird dadurch klarer

Licht treten. Ich muss aber die Bemerkung vorausschicken, dass sie nur schematisch sind. Ich wünschte sie nämlich vollkommen vergleichbar zu machen. Darum habe ich für alle drei $^1/_4$ *A* angenommen und die Winkel bei derselben Entfernung der Augen von einander als $28^1/_2'''$ in Rechnung gebracht. Sie sind aber nach einer Anzahl individueller Beobachtungen entworfen, deren ich einige zu seiner Zeit mittheilen werde.

Jedes Schema enthält die Antwort auf alle Fragen, welche in Bezug auf die Accommodationsgrenzen gestellt werden können. Ich fange mit dem normalen Auge an. Seine für beide Augen disponible *A* geht von der unendlichen Ferne bis auf 4″, beträgt folglich $1:4 - 1:\infty = {}^1/_4$. Seine absolute *A* ist $^1/_{24}$ grösser (p' steht nämlich um eine Entfernung zwischen zwei quere Linien, $= {}^1/_{24}$, höher als p''); sie ist $= 1 : 3^3/_7 - {}^1/\infty = 1 : 3^3/_7$. Bei 0° Convergenz (parallele Sehlinien) ist die relative $A = {}^1/_{12}$ (der fernste Punkt liegt nämlich auf ∞, der nächste auf 12″), d. i. $^1/_3$ des für beide Augen disponibelen Accommodationsvermögens. Die relative *A* nimmt bei 5°, 10° und 15° ein wenig zu, nachher ab, um bei 28° Covnergenz wiederum $^1/_{12}$ zu betragen und bei 34° auf $^1/_{20}$ reducirt zu werden. Von da an nimmt sie geschwinde ab, um bei ungefähr 60° = 0 zu werdeu. Man bemerkt ferner, dass die relative *A*, welche bei 0° Convergenz ganz positiv ist, bei 10° ungefähr schon in gleiche Theile positiv und negativ vertheilt ist; dass dies sogar bei einer Convergenz von 22°, wobei in einer Entfernung von 6″ gesehen wird, sich noch ebenso verhält, und dass von jetzt an die relative *A* geschwinde abnimmt, um schon bei 34°, das ist in einer Entfernung von dem Auge von 4″, ganz negativ zu werden.

Das myopische Auge Fig. II hat ebenfalls $A = {}^1/_4$, von dem fernsten Punkte mit parallelen Linien an gerechnet, auf 6″ Entfernung von dem Auge, bis an p'', den nächsten für beide Augen gemeinschaftlichen Punkt.

$2^2/_5''$ von dem Auge entfernt; A ist nämlich $= \frac{1}{2^2/_5}$ — $^1/_6 = {}^1/_4$, und wird mithin durch 6 Zwischenräume zwischen den Linien, von $^1/_{24}$ jede, welche zwischen 6 und $2^2/_5$ gelegen sind, repräsentirt. Die absolute Accommodatiosgrösse, welche von r bis p' reicht, ist nur um sehr wenig grösser. Die Myopie beträgt $^1/_6$; dem Auge entgeht nämlich das deutliche Sehen von ∞ bis auf $6''$. Das gemeinschaftliche Sehen der beiden Augen fängt erst bis etwas mehr als $5^1/_2''$ an, unter einem Convergenzwinkel von 24^0. So starke Convergenz ist daher beim Myopen möglich, ohne dass er das Accommodationsvermögen um mehr als $^1/_{50}$ oder $^1/_{60}$ in Wirkung bringt. Die relative A beträgt bei 0^0 Convergenz nur $^1/_{16}$ und ist mithin kleiner als im normalen Auge. Sie nimmt allmählich zu, beträgt bei 28^0 $^1/_{12}$, ist aber bei dem gemeinschaftlich nächsten Punkt schon auf $^1/_{60}$ reducirt, und verliert sich nun bald ganz und gar. Im Allgemeinen ist die geringe Ausdehnung des negativen Theiles dem positiven gegenüber in der relativen A auffallend. Bis an die Convergenz von 25^0 ist sie ganz positiv, und im Anfange dem Auge sogar um Vieles näher gelegen als der Convergenzpunkt der Sehlinien; erst bei 25^0 wird ein geringer Theil negativ; bei 54^0, wenn die relative A schon sehr abgenommen hat, ist sie in gleichen Theilen positiv und negativ vertheilt und endlich bei 58^0 ganz negativ geworden. Von 25^0 an bis mehr als 50^0 Convergenz geht die Accommodation für den Convergenzpunkt fast ohne Anstrengung der Accommodationsmuskeln vor sich; in sehr vielen Fällen tritt aber eine andere Schwierigkeit auf, die nämlich dass die Convergenz für einen näheren Punkt als 30^0 oder 35^0 ist, oft nicht dauernd auszuhalten ist. Bei Myopie von $^1/_3$ und mehr wird denn auch oft nur mit einem Auge in der Nähe gesehen, während die Sehlinien sich in einem weit entfernteren Pnnkte schneiden. (Vgl. die Note S. 83)·

Aus dem Verlaufe der relativen Accommodations-Grenzen ergiebt sich der Unterschied von dem myopischen und hypermetropischen Auge überraschend klar. In Fig. III liegt der fernste Punkt r auf $^1/_{24}$, der absolut nächste auf $^1/_8$ die absolute A würde mithin $^1/_{24} + ^1/_8 = ^1/_6$ betragen. Wenn man jedoch ein Mydriaticum in Anwendung bringt, so wird der fernste Punkt auf $^1/_8$ zurückgebracht, bei r'', das heisst, dass Lichtstrahlen, welche 8″ hinter dem Knotenpunkte des Auges convergiren, auf der Retina zur Vereinigung kommen. Wenn wir diesen Punkt als den fernsten in Rechnung bringen, so ist auch hier $A = ^1/_8 + ^1/_8 = ^1/_4$. Wir haben aber oben ausführlich demonstrirt, dass sich das hypermetropische Auge nie so sehr entspannt, wenigstens nicht, wenn es zur Beobachtung vorbereitet ist; es ist darauf geübt, sein Accommodationsvermögen schon bei 0^0 kräftig wirken zu lassen, und hat durch diese Uebung die Accomodation von r bis r'' verloren. Ohne diesen Verlust wäre wahrscheinlich der nächste Punkt nicht bis p gestiegen; die absolute A muss daher auf weniger als $^1/_4$ geschätzt werden; sie ist denn auch gewöhnlich in hypermetropischen Augen geringer als in anderen. Der ursprüngliche Verlauf des fernsten Punktes ist wahrscheinlich durch die Linie $r'' r'''$ vorgestellt. — In Bezug auf das Schema in Fig. III müssen noch drei Punkte vorzüglich hervorgehoben werden: 1. die grosse relative Accommodation bei 0^0 Convergenz, welche von r bis p, das ist mehr als $^1/_8$ beträgt (im normalen Auge $= ^1/_{12}$, im myopischen $= ^1/_{16}$); 2. das bedeutende Steigen des fernsten und des nächsten Punktes bei geringer Convergenz, während die höheren Grade der Convergenz keinen bedeutenden Einfluss mehr üben (mithin wiederum das Gegentheil von dem, was oben für die Myopie angegeben wurde); 3. die sehr geringe Ausdehnung des positiven Theiles der relativen A in Beziehung zu der des negativen Theiles. Die relative A ist schon bei einer

Convergenz von 14° in einer Entfernung von 10″ ganz negativ geworden, und damit ist zugleich der nächste Punkt gegeben.

Die hier angedeuteten Unterschiede sind als Folgen von Uebung zu betrachten. Das myopische Auge hat gelernt, in gewissem Grade zu convergiren, ohne sein Accommodationsvermögen dabei so sehr anzustrengen als das normale Auge. Dadurch ist natürlich der für beide Augen gemeinschaftliche fernste Punkte in grösserer Entfernung vom Auge geblieben. Es ist dagegen nicht darauf geübt bei geringer Convergenz einen relativ grossen Theil seines Accommodationsvermögens in Wirkung zu bringen, da es kein Bedürfniss danach hatte. Dieses Bedürfniss kann erst bei dem Gebrauche von Brillen entstehen, und wirklich wird die Sachlage, wie man weiter unten sehen wird, dadurch modificirt. — Das hypermetropische Auge dagegen ist, will es anders scharf sehen, genöthigt, sein Accommodationsvermögen schon bei parallelen Sehlinien anzustrengen, und es hat es darin sogar so weit gebracht, dass es sich nicht mehr entspannen kann, oder dass wenigstens bei jedem Versuche zu sehen unwillkührlich Anspannung der Muskeln auftritt. Wenn bei zunehmender Convergenz ein unverhältnissmässig grosser Theil von A in Wirkung treten muss, so kann es nicht befremden, wenn dabei das relative Accommodationsgebiet eine bedeutende Ortsveränderung erfahren hat. Trotz dieser Veränderung aber ist die Kraft des Accommodationsvermögens am Ende doch unzureichend und damit die Asthenopie gegeben. Es kommt hier besonders auf das Verhältniss des positiven zum negativen Theile der relativen Accommodationsbreite an. Sind beide von derselben Grösse oder sogar der negative Theil etwas grösser als der positive, so scheint eine continuirliche Accommodation für den Convergenzpunkt, wenigstens bei sonst gesundem Auge, keine Schwierigkeiten zu liefern. Die fortwährende An-

strengung verursacht erst dann Ermüdung, wenn der positive Theil viel geringer wird als der negative. Bei einigermaassen bedeutendem Grade von Hypermetropie findet dies nun unzweifelhaft Statt. Dieses ungünstige Verhältniss dauert sogar nach der Ortsveränderung des Accommodationsgebietes durch Uebung fort. Es wird noch ungünstiger, sobald die Accommodationsbreite abnimmt, gleichgültig ob durch schwächende Einflüsse oder zunehmendes Alter. Der letztgenannte Einfluss macht sich freilich schon nach dem 15ten oder 20ten Jahre geltend. Der erstere veranlasste die Meinung, dass Asthenopie Folge schwächender Einflüsse sei und dass stärkende Mittel mitunter zeitlich Hülfe verliehen.

Wenn wir ein negatives Glas von z. B. — $^1/_{24}$ vor dem emmetropische Auge halten, so verkehrt es dadurch in einem hypermetropischen ähnlichen Zustande; es entsteht alsdann wirklich Hypermetropie = $^1/_{24}$. Das jugendliche, mit kräftigem Accommodationsvermögen versehene, Auge sieht trotzdem hell und scharf, indem es seine Accommodation bei jeder Convergenz um $^1/_{24}$ vermehrt. Es ist dazu vollkommen befähigt. Es wird sein relatives Accommodationsgebiet bald durch Uebung einigermaassen nach der positiven Seite hin versetzt haben und hierdurch wird die Schwierigkeit noch geringer werden. Wenn aber seine Accommodationsbreite allmählig abnimmt, so werden nothwendigerweise die Erscheinungen der Asthenopie hervortreten. Bei Gläsern von $^1/_{16}$ würden sie unmittelbar zum Vorschein gekommen sein. Ein Auge, dessen *A* geringer wäre, würde auch schon sogleich durch Gläser von — $^1/_{24}$ ermüdet worden sein.

VI.

Convergirendes Schielen, von Hypermetropie abhängig.

Beim Gebrauch von negativen Gläsern für normale Augen, entsteht oft die Neigung die Gesichts-

linie, zum Behufe des deutlichen Sehens zu stark zu convergiren und dadurch zeitliches Schielen nach innen hervorzurufen. Wenn das eine Auge mit der Hand bedeckt wird, so ist dies ein sehr gewöhnliches Vorkommen. Dasselbe nun findet nicht selten bei Hypermetropie Statt. Dieses Symptom braucht wohl nicht näher erklärt zu werden. Es muss vielmehr befremden, dass es nicht alle Hypermetropen darbieten. Das eine Auge wird indessen dabei aufgeopfert, um mit dem anderen bei stärkerer Convergenz den fixirten Gegenstand deutlich zu sehen. Man muss hier somit zwischen zwei Uebeln zu wählen: Doppeltsehen, oder angestrengtes Sehen. Es würde mich zu weit führen, wenn ich hier in eine Entwickelung der Gründe treten würde, welche die Wahl bestimmen. Ich will nur andeuten, dass der Grad der erforderten Anstrengung, und die gleiche oder ungleiche Schärfe im Sehen der beiden Augen hierbei vorzüglich in Betracht kommen. Uebrigens bleibt der Grund nicht selten räthselhaft.

Die soeben berührte Anomalie ist als periodisches Schielen beschrieben worden. Im Anfange besteht sie nur, wenn das Auge fixirt, mitunter nur wenn es dies für die Nähe thut.*) Erst später wird fortwährendes

---

*) A. v. Gräfe hat in seiner classischen Abhandlung über Schielen (Archiv f. Ophthalmologie Bd. III. S. 279) verschiedene Categorien des periodischen Schielens angenommen. Die Bedeutung der Refractions- und Accomodations-Anomalien ist dabei keineswegs übersehen, aber doch, wie mir scheint, nicht nach Werth geschätzt worden. Gräfe's erste Categorie „Kranke, welche beim gedankenlosen Blick keine auffallende Ablenkung zeigen, wohl aber sowie sie einen bestimmten Gegenstand, sei er nah oder fern, scharf fixiren", erkläre ich ausschliesslich, indem ich ihr die Hypermetropie zu Grunde lege. Dass die Neigung zum Schielen, wie v. Gräfe fand, nicht sogleich durch die Anwendung von Gläsern gehoben werden kann, ist ebenso natürlich als dass der Hypermetrop sein Accommodatiosvermögen beim Fixiren ebensosehr anstrengt, wenn er durch ein convexes Glas hindurchsieht, als wie zuvor ohne solches Glas. — Diese Anomalie ist kein strabismus spasticus, wie Alfred Gräfe (Klinische Analyse der Motilitätsstörungen des Auges, Berlin 1858. S. 214) sie

Schielen daraus und zwar vorzüglich bei solchen Individuen, die fortwährend fixiren, sei es beim Lesen, Schreiben, oder bei anderer Arbeit. Hat nicht fast jedes convergirendes Schielen in Hypermetropie seinen Grund? Das häufige Vorkommen der Hypermetropie bei strabismus introrsum vergens, hat mich wirklich erstaunt. Wenn ich anders nicht irre, so glaube ich, dass die meisten Fälle aus Hypermetropie entstanden sind, und dass dem vorzüglich das häufigere Vorkommen des Schielens nach innen als nach anderen Richtungen zuzuschreiben ist. Die Zahl der Fälle jedoch, welche, seitdem ich darauf aufmerksam war, zu meiner Beobachtung kamen, achte ich noch zu gering, um daraus mit Gewissheit diesen Schluss zu ziehen. (Unter den 18 letzten Fällen von strabismus convergens war 16 mal Hypermetropie nachweisbar, gewöhnlichen von $^1/_{36}$ bis $^1/_{12}$, nie in sehr hohem Grad).

---

nennt, sondern vielmehr ein willkührlicher oder wenigstens instinctmässiger Strabismus, zum Behufe des deutlichen Sehens. Das Eintreten des Schielens schon beim Fixiren in die Ferne, kann keineswegs beweisen, dass die Accommodationsantsrengung es nicht bedinge. Denn bei Hypermetropie, welche in dem von Alfred Gräfe beschriebenen Falle unzweifelhaft vorhanden war, wird die Accommodation schon kräftig angestrengt, wenn in der Entfernung deutlich gesehen werden soll. Ich kann mich nicht entsinnen je einen Fall von periodischem Schielen nach innen beobachtet zu haben, sei es beim Fixiren im Allgemeinen oder beim Fixiren in der Nähe, in dem nicht zu gleicher Zeit Hypermetropie des nicht abweichenden Auges gefunden wurde. — Das periodische Schielen der Myopen ist von ganz anderer Art. Wenn diese an convergirendem Strabismus in geringem Grade leiden, so dass eine parallele Richtung der Sehlinien durchaus unmöglich gemacht wird, so ist doch bei der Entfernung des deutlichen Sehens oft keine Abweichungwahrzunehmen. Die Ursache dafür ist darin zu suchen, dass sie das Accommodationsvermögen erst in oder innerhalb der geringsten Entfernung der Convergenz ihrer Sehlinen in Wirkung treten lassen. Ehe dieser anfängt zu wirken, besteht keine Neigung die Convergenz zu steigern. Diese Myopen sehen sehr leicht in der Nähe; ihre Muskelwirkung wird dabei wenig in Anspruch genommen, und der positive Theil ihrer relativen Accomodationsbreite ist noch grösser als bei gewöhnlichen Myopen.

VII.

Verhältniss der Presbyopie zur Asthenopie.

Bei oberflächlicher Betrachtung muss es befremden, dass beginnende Presbyopie im normalen Auge nicht ebensehr zur Asthenopie führt, als Hypermetropie.

Stellweg von Carion*) hat denn auch wirklich behauptet, dass das normale Auge meistens unter Erscheinungen von Asthenopie in Presbyopie übergeht; ebenso hat v. Gräfe eine Categorie von Asthenopie angenommen, die durch Presbyopie bedingt sein soll. Meine Erfahrung ist nicht in völliger Uebereinstimmung damit. Nur dann führt Presbyopie die charakteristischen Erscheinungen der Asthenopie mit sich, wenn sie zugleich von einem geringen Grade von Hypermetropie begleitet ist. Diese ruft, wie wir bereits obon erwähnten, bei geringerem Grade Erscheinungen von Asthenopie hervor, wenn die totale *A* geringer wird. Presbyopie als solche verursacht diese nicht. Noch besser als früher, begreife ich jetzt, warum sie dies nicht thun kann. Die Asthenopie beruht nämlich darauf dass nicht nur in einer Entfernung von 6, 8, 10 Zoll, sondern ebensehr von 12, 16 und 20 Zoll, ja sogar in einer unendlichen Entfernung nur mit grosser Anstrengung des Accommodationsvermögens deutlich gesehen werden kann. Wenn Hypermetropen in grosser Entfernung keine Beschwerde erfahren, so ist es dem zuzuschreiben, dass keine Veranlassung vorhanden ist, um lange Zeit hintereinander in grosser Entfernung scharf zu fixiren. Beim Anfange der Presbyopie im normalen Auge ist dagegen das scharfe Sehen in 7″ Entfernung ganz unmöglich, in 12″ oder 16″ Entfernung geschieht es jedoch ohne jede Anstrengung, und in grosser Entfernung wirkt das

*) Die Ophthalmologie vom naturwissenschaftlichen Standpunkte aus bearbeitet. Bd. II. S. 308.

schwächste positive Glas schon störend. Das hypermetropische Auge wird daher durch eine grössere Entfernung des Gegenstandes um einige Zoll wenig bevortheilt; das presbyopische dagegen wird dadurch von jeder Anstrengung enthoben. Ersteres ist gezwungen die Arbeit aufzugeben, letzteres setzt sie ohne Schwierigkeit fort, wenn der Sehwinkel in der Entfernung von 16″ nicht zu klein ist. Während das presbyopische Auge schon im Anfange der Anstrengung nur in grösserer Entfernung deutlich sieht, liegt das Bedürfniss einer Brille, welche das Sehen in kürzerer Entfernung möglich macht auf der Hand. Das hypermetropische Auge dagegen kann anfangs sehr scharf in der Nähe sehen; dadurch wurde das Bedürfniss einer Brille, welche das Sehen in jeder Entfernung leichter machen muss, oft nicht beachtet.

Das relative Accommodationsgebiet bei beginnender Presbyopie im normalen Auge giebt hinreichend Rechenschaft von diesem Unterschiede zwischen Presbyopie und Hypermetropie. Der positive Theil doch nimmt bei den Presbyopen alsbald an jener Seite des gemeinschaftlich nächsten Punktes der Augen sehr bedeutend zu, während er bei dem Hypermetropen nur langsam steigt und bei jeder Convergenz sehr untergeordnet bleibt. Aber auch dieses drückt nicht alles aus. Ich ging vorläufig von der Voraussetzung aus, dass gleiche Anstrengung des Muskelapparates für das Durchlaufen von gleichen Theilen A in demselben Auge erfordert würde. Dies kann aber nicht ganz unbestritten bleiben. Sowohl der complicirte Mechanismus, als auch die Wirkungsweise des erhaltenen Effektes machen es fast undenkbar, dass diese Proportionalität je völlig bestehen könne. Am wenigsten war sie bei Presbyopen zu erwarten, deren Krystallinse allmählig fester geworden, und mehr nach vorne geschritten ist. Später hoffe ich

denn auch darzuthun, dass die zunehmende Formveränderung der Linse eine immer mehr steigende Wirkung des Muskelapparates nach sich zieht. Hier will ich nur die Bedeutung davon kurz angeben. Sie ist nämlich folgende: dass der positive Theil der relativen *A* in Beziehung zu seiner Grösse mehr Muskelanstrengung vorstellt, als der negative Theil, und dass mithin das Verhältniss beider Theile bei dem Presbyopen ungünstiger sein kann, als in dem jugendlichen Auge, um doch schon Ermüdung ferne zu halten.

VIII.

Art der Ermüdung bei Asthenopie.

Es wird dem Leser deutlich geworden sein, dass die Erscheinungen der Asthenopie nur aus der Ermüdung des Muskelapparates der Accommodation hervorgehen. Es verdient näher untersucht zu werden, worin diese Ermüdung besteht. In meinen Untersuchungen*) über die Elasticität der Muskeln habe ich zwei Formen der Ermüdung unterschieden. Eine Form der Ermüdung ist Folge der durch den Muskel geleisteten Arbeit. Die Arbeit besteht in dem Bewegen einer Last. Die Last kann in dem Körper selbst oder irgend einem Körpertheile bestehen, der bewegt wird, oder auch wohl ausserdem in einem ausserhalb des Körpers gelegenen Gegenstande.

Daneben kommt eine zweite Form der Ermüdung vor, welche Folge von andauernder Dehnung eines Muskels im zusammengezogenen Zustande ist. Sie entsteht, wenn eine Last nur festgehalten wird, ohne sie zu bewegen. Dies findet z. B. statt, wenn der Arm im Ellenbogengelenke wagerecht gebogen und dann die

*) Siehe die vorläufige Mittheilung in: Verslagen en Mededeelingen der Koninklyke Akademie van Wetenschappen. Amsterdam, 1859. D. IX. Bl. 113.

Hand mit einem Gewichte beschwert wird. Der Arm und das Gewicht bleiben an derselben Stelle und doch entsteht alsbald Ermüdung. Im Augenblicke, dass das Gewicht auf die Hand gelegt wurde, ward ein wenig Arbeit erfordert, damit der Arm seinen Stand unverändert beibehielt; die Muskeln (m. Biceps und brachialis internus) mussten sich stärker zusammenziehen, um in dem durch das Gewicht ausgedehntem Zustande ebenso kurz zu bleiben, als bevor. Ausserdem aber wird noch einige Arbeit gefordert, um die elektrischen Stromschwankungen in den Muskeln und ihren Nerven fortdauern zu lassen; endlich auch um die Muskelwirkung allmählig so sehr zu steigern, als die zunehmende Ermüdung des Muskels erfordert. Es ist nämlich aus diesen und anderen Versuchen hervorgegangen, dass die Dehnbarkeit des Muskels mit der Ermüdung zunimmt, und diese zunehmende Dehnbarkeit erfordert allmählig steigende Contraction, damit der Muskel unter der dehnenden Wirkung derselben Last gleich kurz bleibe. Dies geht daraus hervor, dass, wenn die Last unversehens entfernt wird, der Arm sich unwillkührlich (einfach, als Folge der vorhergegangenen Ausdehnung der elastisch contrahirten Muskeln) um so stärker beugt, je länger das Gewicht auf der Hand geruht hat. Es ist daher, ohne dass Erscheinungen es nach aussen Kund gaben, aus mehreren Ursachen Arbeit verrichtet worden, während Arm und Gewicht unverändert denselben Platz behaupteten. Mechanische Arbeit aber, wie sie z. B. geleistet wird, wenn ein Gewicht durch jedesmaliges Beugen und Strecken des Armes gehoben wird, hat hierbei nicht stattgefunden. Ich glaube daher Ermüdung von mechanischer Arbeit von solcher, welche durch Dehnung entsteht, unterscheiden zu müssen. Im ersten Falle dürfte man dem Principe der Erhaltung der Kraft gemäss mehr Stoffwechsel in dem Organis-

mus erwarten. Die Geschwindigkeit der Herzwirkung schien mir hierfür als Maassstab gelten zu können. Wirklich ist es mir auch gelungen, zu beobachten, dass der Herzschlag viel weniger an Geschwindigkeit gewinnt, wenn ein Gewicht bei gebogenem Arme ruhig während einiger Minuten auf der Hand gehalten wird, als wenn es während derselben Zeit durch einen Gehülfen abwechselnd von der Hand entfernt, bei gestrecktem Arme wieder auf die Hand gelegt und endlich bis zur primitiven Höhe gehoben wird. Das Gefühl der Ermüdung wird aber in dem Muskel für den letzten Fall nicht grösser als für den ersten.

Zur Erklärung der Ermüdung bei lebendiger Arbeit der Muskeln kann man eine Anhäufung von Produkten des Stoffwechsels in den Muskeln, welche wirklich damit gepaart geht, zu Hülfe rufen. Die Ermüdung nach Dehnung unter dem Einflusse einer nicht weiter bewegten Last kann theilweise aus anderen Gründen entstehen. So könnte der Druck auf die Nervenfasern in den Muskeln hierbei im Spiele sein; wenigstens entsteht die Ermüdung nicht so schnell, wenn bei gleichem Grade der Zusammenziehung die Dehnung durch die Last wegbleibt. Wahrscheinlich beruht sie aber ebenso auf eine Vermehrung der Produkte des Stoffwechsels in dem Muskelgewebe, und zwar so, dass sie mehr in Folge von träger Abfuhr als von intensiver Bildung angehäuft sind. Bei fortwährender Contraction doch werden die Gefässe einem Drucke angesetzt, der die Circulation behindert, während sie bei activer Bewegung durch Muskelwirkung geradezu gereizt und accelerirt wird. Dass Anhäufung von Produkten des Stoffwechsels mit im Spiele ist, scheint mir auch darum angenommen werden zu müssen, weil der Elasticitätscoefficient des Muskels in beiden Fällen abnimmt. Dieser Coefficient muss doch, wie ich bei einer anderen Gelegenheit be-

weisen werde, mit dem Vorhandensein der Produkte des Stoffwechsels in der Ernährungsflüssigkeit, welche die Muskeln tränkt, in Verband gebracht werden. Dies darf hier nicht weiter entwickelt werden. Hier sei nur die Aufmerksamkeit auf die gemachte Unterscheidung gelenkt.

Zu welcher Form der Ermüdung gehört nun diejenige, welche durch fortwährende Accommodation für das scharfe Sehen in dem hypermetropischen Auge entsteht?

Es ist klar, dass wir es hier mit bleibender Dehnung eines zusammengezogenen Muskels zu thun haben. Die Dehnung ist Folge des Widerstandes der bei der Accommodation betheiligten Organe, wenn ihre Form und Lage Veränderung erleiden soll. Durch Elasticität kehren sie alsbald in ihre frühere Form und Lage wieder zurück, sowie die Zusammenziehung des Muskelapparates der Accommodation (m. Brückianus) aufhört. Um bleibende Accommodation zu bewirken, muss er sich daher in fortwährender Zusammenziehung befinden. Die fortwährende Zusammenziehung erzeugt Ermüdung, und die Ermüdung erhöht, wie oben erwähnt, die Dehnbarkeit; diesem Gesetze zufolge muss die Zusammenziehung stets im Zunehmen begriffen sein, damit der Muskel dieselbe Kürze beibehalte und unausgesetzt denselben Krafteffekt erzeuge (in Gleichgewicht mit dem Widerstand).

Früher oder später muss daher die Ermüdung in Erschöpfung übergehen. Eine mässige Zusammenziehung, wie sie im normalen Auge vorkommt, kann fast einen ganzen Tag ausgehalten werden. Es giebt sogar einen Grad von Zusammenziehung, wobei das Restaurationsvermögen des Muskels, die Ermüdung durch Contraction, aufhebt; die Dehnbarkeit nimmt dann nicht zu. Wo jedoch Hypermetropie vorhanden ist, wird ein sol-

cher Grad der Contraction erfordert, dass zunehmende Ermüdung, welche endlich in Erschöpfung übergeht, nicht lange ausbleiben kann. So sind die Erscheinungen der Asthenopie leicht zu erklären. Es scheint mir daher kein Grund vorhanden, um bei dieser Erklärung noch den Zustand und die Funktion der Retina, oder den Druck der intraoculären Flüssigkeiten oder Hindernisse der Circulation, oder sogar noch andere Momente zu Hülfe zu rufen.

Dasselbe Gesetz gilt, wie schon gesagt, auch für die Ermüdung durch Arbeit; auch hierbei nimmt der Elasticitätscoifficient ab; auch hierbei findet daher Zunahme der Dehnbarkeit statt. Wenn abwechselnd für verschiedene Entfernungen accommodirt wird, so leistet der Muskelapparat der Accommodation Arbeit. Dies braucht aber wohl kaum in dem Grade zu geschehen, dass wirklich Ermüdung darauf folgt.

IX.

Zur Wahl von Brillengläsern und ihren Effekt.

Es liegt keineswegs in meinem Plane, hier ausführlich über die Wahl von Brillengläsern und den Einfluss ihres Gebrauches auf das Auge zu handeln. Ich kann jedoch einige Winke, welche aus dem hervorgehen, was ich oben über das relative Accommodationsgebiet bei Myopen und Hypermetropen gesagt habe, hier nicht zurückhalten, umsoweniger, als ich bei meiner früher gegebenen Anweisung über die Wahl und den Gebrauch der Brillengläser*), das relative Accommodationsgebiet nicht genug berücksichtigt habe.

Früher stellte ich als Regel, dass man Myopen,

*) Archiv f. Ophthalmologie. Bd. IV. Abth. I. S. 313.

deren Augen übrigens gesund sind, im Allgemeinen Gläser geben kann, mit denen sie in unendlicher Entfernung scharf sehen. Das sind mithin Gläser, welche die Myopie ganz und gar neutralisiren. Nicht selten bemerkt man aber, dass sie mit diesen Gläsern das Sehen in Entfernungen von 8″, 12″, ja 16″ nicht lange hintereinander aushalten, ohne Beschwerde zu empfinden. Dies kann uns jetzt nicht mehr befremden. Wir haben nämlich oben gelernt, dass Myopen die Gewohnheit nicht haben, einen der Convergenz proportionalen Theil ihres Accommodationsvermögens in Wirkung zu bringen; sie übten sich vielmehr, um ihr Accommodationsvermögen beim Convergiren ruhen zu lassen. Mit den erwähnten Gläsern müssen sie aber nun auf einmal für die erwähnte Entfernungen $^1/_8$, $^1/_{12}$, $^1/_{16}$ *A* in Wirkung bringen. Sie werden daher zu einer Anstrengung gezwungen, welche mit der von normalen Augen bei gleichen Convergenzgraden übereinkommt. Viele sind nicht dazu im Stande. Nur junge Augen mit grosser *A* und mässigem Grade von Myopie können es ungehindert ausführen. Bei anderen tritt aber Asthenopie mit allen ihr eigenthümlichen Erscheinungen auf und sie legen alsbald die Brille unzufrieden weg. Bei diesen muss man, wenigstens für das Sehen in der Nähe, mit schwächeren Gläsern anfangen. Wenn keine wirkliche Abnahme der *A* besteht, so wird man später zu dem bleibenden Gebrauche von ganz neutralisirenden Gläsern übergehen können. Die schwachen Gläser üben nämlich einen eigenthümlichen Einfluss. Es wird bei ihrem Gebrauche schon mehr als gewöhnliche Anstrengung des Accommodationsapparates bei gleicher Convergenz gefordert als zuvor, und die Folge davon ist, dass das relative Accommodationsgebiet sich schon nach kurzer Zeit bedeutend verändert hat. Diese Ortsveränderung kommt um so leichter zu Stande, je jün-

ger die Augen sind, welche sich dieser schwachen Gläser bedienen. In späteren Jahren findet man dann, dass das relative Accommodationsgebiet dieser Myopen fast ganz dem von normalen Augen gleichkommt. Das Brillenglas ist gleichsam ein integrirender Theil des dioptrischen Systemes geworden, und Convergenz sowohl als Accommodation haben sich harmonisch damit entwickelt. Es ist der am meisten gewünschte Zustand für das Auge des Myopen und das Progressive der Myopie wird nach meiner Erfahrung hierdurch vielmehr gehemmt als befördert. Die Fälle aber, in welchen dieses Ziel nicht erreicht werden kann, sind mannigfach. Bei einigermaassen älteren Leuten, bei dem Vorhandensein eines geringen Accommodationsvermögens, bei Amblyopie, welche fast nothwendigerweise bei höheren Graden der Myopie auftritt, ja bei den höchsten Graden der Myopie im Allgemeinen, deren neutralisirende Gläser so stark sind, dass die Netzhautbilder bedeutend verkleinert werden, wird nimmer eine und dieselbe Brille für das scharfe Sehen in die Nähe und in die Ferne dienen können. Von Zeit zu Zeit sind mir auch Fälle vergekommen, in denen die Myopie in höherem Grade in der Sehaxe als in den seitlichen Theilen der Netzhaut bestand; so entsinne ich mich eines Falles, in dem mit einem Glase von — $^1/_4$ in der Gesichtsaxe, von — $^1/_6$ aber in der Richtung des Aequators die Netzhaut im aufrechten Bilde scharf gesehen wurde. Wenn man in derartigen Fällen die Myopie in der Gesichtsaxe neutralisirt, so hat man das indirecte Sehen hypermetropisch gemacht und das ist gewiss nicht erwünscht. Schwächere Gläser verdienen in diesen Fällen den Vorzug. Bei der Versetzung des relativen Accommodationsgebietes durch den Gebrauch von concaven Gläsern wird der fernste Punkt des deutlichen Sehens von Myopen dem Auge näher gebracht. Da-

durch hat die Myopie scheinbar zugenommen, während es in Wirklichkeit doch nicht der Fall ist. Bei Untersuchung findet man, dass dieselben concaven Gläser sie immer noch in unendlicher Entfernung deutlich sehen lassen. Diese Myopen sind nur gezwungen worden, ihr Accommodationsvermögen bei der für das Sehen mit beiden Augen erforderten Convergenz mehr wirken zu lassen, als früher; es ist dies die Bedingung zum Sehen in der Nähe ohne besondere Anstrengung mit der neutralisirenden Brille. Dies hat weiter keinen Nachtheil. Der Gebrauch aber von zu starken concaven Gläsern macht Myopen zu Hypermetropen, und ist somit wesentlich schädlich. Sie nehmen die Gewohnheit an, ihr Accommodationsvermögen schon bei parallelen Gesichtslinien wirken zu lassen, und bald sind sie nicht mehr im Stande, es dabei vollkommen zu entspannen. Darum sehen sie auch jetzt nicht mehr scharf in die Ferne, wie früher, durch Gläser, welche früher vollkommen neutralisirend waren. Glücklicherweise verschwindet diese bleibende Anstrengung, wenn sie nicht zu sehr eingewurzelt ist, wiederum bald, bei dem Gebrauche von weniger starken Gläsern, und wird unmittelbar durch kunstmässige Mydriasis gehoben. Leichter noch können normale Augen durch das Tragen von schwach concaven Gläsern in wenigen Tagen myopisch werden; eine solche Myopie aber beruht nicht auf dem Bau des Auges, sondern auf der bleibenden Wirkung des Accommodationsapparates und verschwindet darum wieder ganz leicht.

Die Abweichung des relativen Accommodationsgebietes bei Hypermetropen ist in Beziehung zum emmetropischen Auge der der Myopen gerade entgegengesetzt. Darum gilt für den Gebrauch von neutralisirenden Gläsern zum Behufe von Hypermetropen gerade das Gegentheil dessen, was für die Myopen empfohlen werden

musste; bei letzteren fordern die neutralisirenden Gläser anfangs zu viel, bei ersteren dagegen zu wenig von dem Accommodationsvermögen. Wenn man Hypermetropen Gläser giebt, welche den im mydriatischen Zustande bestimmten Grad nahezu neutralisiren, so sehen sie damit im Anfange nicht nur undeutlich in grosser Entfernung, sondern auch beim Sehen in der Nähe ziehen jüngere Leute schwächere Gläser bei weitem vor. Die Ursache liegt ganz vor der Hand. Sie haben sich zu sehr daran gewöhnt, bei einer Convergenz in der Entfernung von 10″ oder 12″ fast die ganze Kraft ihres Accommodationsvermögens anzustrengen, um nun auf einmal dabei die Accommodation von $^1/_{10}$ oder $^1/_{12}$ beschränken zu können. Ihr Accommodationsgebiet muss allmählig versetzt werden, und dies geschieht durch den anfänglichen Gebrauch von schwächeren Gläsern für nah und fern. Es kann nicht bezweifelt werden, dass es für Hypermetropen wünschenswerth ist, dass sie sich allmählig an den Gebrauch von ganz neutralisirenden Gläsern gewöhnen. Nur wenn sie es soweit gebracht haben, sind sie bleibend vor den Erscheinungen der Asthenopie gesichert. Man hat geglaubt, den Gebrauch von Brillengläsern bei Asthenopie durch Anwendung von schwächeren und immer schwächeren Gläsern überflüssig machen zu können. Aus Obigem aber ersieht man, dass mein Streben dem gerade entgegengesetzt ist; es geht nämlich dahin, sie an stärkere Gläser zu gewöhnen, wenigstens an so starke, als nöthig sind, um jede Anstrengung beim Sehen in der Entfernung unnöthig zu machen.

(Fortsetzung folgt im nächsten Heft.)
